

PAT-NO: JP410142500A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10142500 A
TITLE: TELECENTRIC OPTICAL SYSTEM
PUBN-DATE: May 29, 1998

INVENTOR-INFORMATION:
NAME
NISHIMURA, HIROSHI

ASSIGNEE-INFORMATION:
NAME COUNTRY
NIKON CORP N/A

APPL-NO: JP08312739
APPL-DATE: November 7, 1996

INT-CL (IPC): G02B013/22

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a telecentric optical system whose magnification color aberration is small even when an object plane and an image plane both have swing angles.

SOLUTION: The telecentric optical system has first and second optical systems L<SB>1</SB>, L<SB>2</SB> and is an optical system in which an object plane 9 having a swing angle θ <SB>1</SB> is arranged at the front side focal position of the optical system L<SB>1</SB> and the

rear side focal
position of the optical system L_1 and the front
side focal position of
the optical system L_2 coincide with each other and
also an image plane
10 having a swing angle θ_2 is arranged at
the rear side focal
position of the optical system L_2 and an incident
pupil and an
outgoing pupil are both existing at infinite distant
positions in a reference
wavelength. In this case, the outgoing pupil (pupil plane
20) is existing at a
position whose absolute value is spaced by a distance of
not shorter than
5000mm from the crossing 13 of the image plane 10 and an
optical axis to the
optical system L_2 side in the optical axis
direction in a wavelength
which is most different from the reference wavelength among
use wavelengths
including the reference wavelength.

COPYRIGHT: (C)1998, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-142500

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月29日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 2 B 13/22

識別記号

F I

G 0 2 B 13/22

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-312739

(22) 出願日 平成8年(1996)11月7日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 西村 宏

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

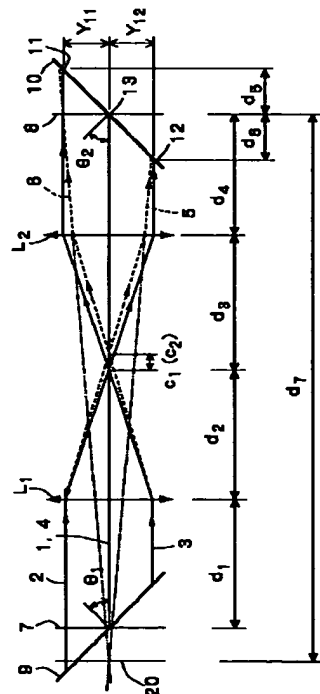
(74) 代理人 弁理士 猪熊 克彦

(54) 【発明の名称】 テレセントリック光学系

(57) 【要約】

【課題】 物体面及び像面が共にアオリ角度を持つ場合でも、倍率色収差の小さいテレセントリック光学系を提供すること。

【解決手段】 第1、第2の光学系 L_1 、 L_2 を有し、光学系 L_1 の前側焦点位置にアオリ角度 θ_1 を持つ物体面9が配置され、光学系 L_1 の後側焦点位置と光学系 L_2 の前側焦点位置とが合致し、かつ光学系 L_2 の後側焦点位置にアオリ角度 θ_2 を持つ像面10が配置された光学系で、入射瞳及び射出瞳が共に基準波長で無限遠にあるテレセントリックな光学系において、射出瞳(瞳面20)が、基準波長を含む使用波長のうち基準波長と最も異なる波長で、像面10と光軸の交点13から光軸方向で光学系 L_2 側に絶対値がほぼ5000mm以上離れた位置にあることを特徴とするテレセントリック光学系である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】アオリ角度を持つ有限の物体面上の物体をアオリ角度を持つ像面に結像する光学系で、入射瞳及び射出瞳の少なくとも一方が基準波長でほぼ無限遠にあるテレセントリック光学系において、

前記入射瞳及び射出瞳の少なくとも一方が、前記基準波長を含む使用波長のうち該基準波長と最も異なる波長で、前記像面と光軸の交点から光軸方向に絶対値がほぼ5000mm以上離れた位置にあることを特徴とするテレセントリック光学系。

【請求項2】アオリ角度のない仮想の物体面とアオリ角度のない仮想の像面との間の結像関係では、縦の色収差及び倍率色収差が補正されていることを特徴とする請求項1記載のテレセントリック光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、アオリ角度を持つ有限の物体面上の物体をアオリ角度を持つ像面に結像する光学系で、入射瞳又は射出瞳の少なくとも一方が無限遠にあるテレセントリック光学系に関し、特に大きなアオリ角度を持つ半導体露光装置のオートフォーカス光学系に適用可能なテレセントリック光学系に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、この種のテレセントリック光学系としては、例えば図3に示すようなものが知られている。このテレセントリック光学系は、第1の光学系 L_1 と第2の光学系 L_2 とからなる。このテレセントリック光学系において、

$$d_1 = d_2 = f_1、$$

$$d_3 = d_4 = f_2$$

である。ここで、 f_1 は第1の光学系 L_1 の基準波長に対する焦点距離、 f_2 は第2の光学系 L_2 の基準波長に対する焦点距離である。すなわち、このテレセントリック光学系では、第1の光学系 L_1 の前側焦点位置に、光軸に垂直な物体面7aが配置され、この光学系 L_1 の後側焦点位置と第2の光学系 L_2 の前側焦点位置とが合致するように両光学系 L_1 、 L_2 が配置され、かつ第2の光学系 L_2 の後側焦点位置に、光軸に垂直な像面8aが配置されている。したがって、このテレセントリック光学系は、入射瞳及び射出瞳が共に基準波長で無限遠にある両側テレセントリックな光学系である。

【0003】このテレセントリック光学系では、基準波長の主光線を1a、2a、3a、基準波長を含む使用波長のうち、基準波長と最も異なる波長の主光線を4a、5a、6aとしたとき、第1の光学系 L_1 による縦の色収差 C_{1a} があっても、この色収差 C_{1a} を第2の光学系 L_2 による縦の色収差 C_{2a} で打ち消せば、主光線3aと6a及び主光線2aと5aはそれぞれ像面8a上でほぼ交わり、倍率色収差が小さい。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記従来のテレセントリック光学系では、有限の物体面7aがアオリ角度を持ちかつ像面8aがアオリ角度を持つように構成した場合、第1の光学系 L_1 による縦の色収差 C_{1a} を第2の光学系 L_2 による縦の色収差 C_{2a} で打ち消しても、基準波長と最も異なる波長で、射出瞳は物体側で有限の位置にあり、アオリ角度を持つ像面上では、主光線3aと6a及び主光線2aと5aはそれぞれ交わず、倍率色収差が発生してしまうという問題があった。本発明は、このような従来の問題に着目してなされたもので、その課題は、物体面及び像面が共にアオリ角度を持つ場合でも、倍率色収差の小さいテレセントリック光学系を提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため本発明は、アオリ角度を持つ有限の物体面上の物体をアオリ角度を持つ像面に結像する光学系で、入射瞳及び射出瞳の少なくとも一方が基準波長でほぼ無限遠にあるテレセントリック光学系において、入射瞳及び射出瞳の少なくとも一方が、基準波長を含む使用波長のうち基準波長と最も異なる波長で、像面と光軸の交点から光軸方向に絶対値がほぼ5000mm以上離れた位置にあることを特徴とするテレセントリック光学系である。

【0006】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態を図面に基いて説明する。図1は、本発明の一実施例に係るテレセントリック光学系を示している。このテレセントリック光学系は、第1の光学系 L_1 と第2の光学系 L_2 とからなる。この光学系において、

$$d_1 = d_2 = f_1、$$

$$d_3 = d_4 = f_2$$

である。ここで、 f_1 は第1の光学系 L_1 の基準波長に対する焦点距離、 f_2 は第2の光学系 L_2 の基準波長に対する焦点距離である。すなわち、このテレセントリック光学系では、第1の光学系 L_1 の前側焦点位置に物体面9が配置され、この光学系 L_1 の後側焦点位置と第2の光学系 L_2 の前側焦点位置とが合致するように両光学系 L_1 、 L_2 が配置され、かつ第2の光学系 L_2 の後側焦点位置に像面10が配置されている。したがって、このテレセントリック光学系は、入射瞳及び射出瞳が共に基準波長で無限遠にある両側テレセントリックな光学系である。

【0007】また、このテレセントリック光学系では、両光学系 L_1 、 L_2 の光軸に垂直な仮想の物体面（アオリ角度のない仮想の物体面）7と、光軸に垂直な仮想の像面（アオリ角度のない仮想の像面）8との間の結像関係について、縦の色収差及び倍率色収差が補正されている。すなわち、このテレセントリック光学系は、基準波長 λ_1 （例えば $\lambda_1 = 500\text{nm}$ ）の主光線を1、2、3とし、かつ基準波長を含む使用波長（例えば400～7

00nm)のうち、基準波長 λ_1 と最も異なる波長 λ_2 (例えば $\lambda_2=700\text{nm}$)の主光線を4、5、6としたとき、第1の光学系 L_1 による縦の色収差 C_1 を第2の光学系 L_2 による縦の色収差 C_2 で打ち消すように構成されている。これによって、主光線3と6及び主光線2と5はそれぞれ仮想の像面8上でほぼ交わる。

【0008】また、このテレセントリック光学系において、物体面9はアオリ角度 θ_1 を持っている。すなわち、物体面9の法線は光軸から角度 θ_1 だけ傾いている。一方、像面10はアオリ角度 θ_2 を持っている。すなわち、像面10の法線は光軸から角度 θ_2 だけ傾いている。アオリ角度 θ_1 と θ_2 は、下記の式で表されるシャインブルーの定理を満足している。

$$\tan \theta_2 = \beta \tan \theta_1$$

ここで、 β はテレセントリック光学系の倍率である。さらに、このテレセントリック光学系では、その射出瞳が、基準波長 λ_1 と最も異なる波長 λ_2 で、像面10と光軸の交点13から光軸方向で光学系 L_2 側にほぼ5000mm離れた位置に結像するようになっている。すなわち、その交点13から射出瞳までの距離 d_7 をほぼ5000mmにしてある。なお、符号20は射出瞳の瞳面を示している。

【0009】次に、上記構成を有するテレセントリック光学系において、射出瞳が、基準波長 λ_1 と最も異なる *

$$d_7 : d_5 = Y_{11} : \Delta_y$$

この(1)式より、

$$\Delta_y = d_5 \times Y_{11} / d_7$$

が得られる。

【0011】許容できる倍率色収差 Δ_y はほぼ $+10\mu$ ※

$$\Delta_y = d_5 \times Y_{11} / d_7 \leq 10\mu$$

が得られる。(3)式の Δ_y 、 d_5 、 Y_{11} に 10μ 、 10mm 、 5mm をそれぞれ代入すると、 $d_7 \geq 5000\text{mm}$ が得られる。

【0012】このように、上記実施例によれば、射出瞳が、基準波長 λ_1 と最も異なる波長 λ_2 で、交点13から光軸方向で光学系 L_2 側にほぼ5000mm離れた位置に結像するように構成されているので、像点11での倍率色収差 Δ_y がほぼ $+10\mu$ 以下となり、かつ像点12での倍率色収差 Δ_y がほぼ -10μ 以下となる。したがって、物体面9及び像面10が共にアオリ角度 θ_1 及び θ_2 を持つ場合でも、倍率色収差 Δ_y の小さいテレセントリック光学系が得られる。

【0013】なお、上記実施例では、射出瞳は交点13より光学系 L_2 側にあり、交点13から射出瞳の瞳面20までの距離 d_7 をほぼ -5000mm にしてあるが、本発明はこれに限定されない。例えば、射出瞳が波長 λ_2 で、交点13から光軸方向で光学系 L_2 とは反対側にはほぼ5000mm離れた位置に結像するようにすればよい。すなわち、距離 d_7 をほぼ $+5000\text{mm}$ にすればよい。

*波長 λ_2 で、交点13から光軸方向で光学系 L_2 側に絶対値がほぼ5000mm以上離れた位置に結像するように構成した根拠を、図1及び図2に基づいて説明する。図1に示すテレセントリック光学系において、例えば、交点13から像面10上での主光線3の像点11までの光軸方向の距離(アオリによる距離) d_5 を $+10\text{mm}$ 、交点13から像面10上での主光線2の像点12までの光軸方向の距離(アオリによる距離) d_6 を -10mm 、像高 Y_{11} を $+5\text{mm}$ 、像高 Y_{12} を -5mm 、倍率色収差を Δ_y (図2参照)、とすると、像点11での許容できる倍率色収差 Δ_y はほぼ $+10\mu$ 以下であり、像点12での許容できる倍率色収差 Δ_y はほぼ -10μ 以下である。

【0010】また、図2に示すように、主光線3と仮想の像面8の交点をa、射出瞳の瞳面20と光軸の交点をb、主光線3の延長線3Aと瞳面20の交点をc、像面10上での主光線6の像点をd、像点11を通る主光線3の延長線と像点dを通る光軸に垂直な線との交点をeとすると、点a、b、cを頂点とする三角形abcは点a、d、eを頂点とする三角形adeとほぼ相似である。それ故、交点13から射出瞳の瞳面20までの距離 d_7 、アオリによる距離 d_5 、像高 Y_{11} 及び倍率色収差 Δ_y の間で以下の関係が近似的に成立する(図2参照)。

$$\dots (1) \text{ 式}$$

$$\dots (2) \text{ 式}$$

※以下であるので、上記(2)式より、

$$\dots (3) \text{ 式}$$

★【0014】結局、この発明に係るテレセントリック光学系では、射出瞳が、基準波長 λ_1 と最も異なる波長 λ_2 で、交点13から光軸方向に絶対値がほぼ5000mm以上離れた位置に結像するように、構成すればよい。また、上記実施例では、両側テレセントリックな光学系について説明したが、本発明は、入射瞳及び射出瞳のいずれか一方が基準波長でほぼ無限遠にある片側テレセントリックな光学系にも適用できる。

【0015】

40 【実施例】本発明の実施例を図4を用いて説明する。これは、半導体露光装置の焦点位置計測装置である。図示しない照明系からの光が、レチクル21の像をウエハ22へ縮小投影レンズ23を介して結像する。このウエハの焦点位置を斜めからウエハへ光を入射し、反射した光の像の位置ずれより検出する。ここで、スリット27とウエハ22、像面32はアオリの関係を満たしており、ウエハの面位置を計測できる。ファイバ24からの光は、照明系25でプリズム26の表面にバターニングされたスリット27を照明する。前記プリズム26はスリット27上でのアオリ角度を低減することができる。ス

リット27を出た光は、レンズ系28、29を通り、ウエハ22上へ結像され、反射される。反射光は、レンズ系30、31を通り、受光面32上へ結像する。プリズム33によりアオリ角度を低減され、レンズ系34を介し、CCD35上へ結像される。該CCD35によりスリット27の像の位置ずれを検出する。レンズ系28、29及び30、31は入射瞳及び射出瞳が基準波長を含む使用波長のうち基準波長と最も異なる波長で、像面と光軸の交点から光軸方向に絶対値が5000mm以上離れた位置にある両側テレセントリック光学系である。

【0016】ここで、広帯域の光源を用い、レンズ系28、29、30、31に倍率色収差がある場合、ウエハ22上のレジスト厚が変化した場合、多重干渉により波長が選択され、ビームの光重心が移動する。このためビームの横ずれを検出する本焦点位置検出装置において検出誤差になる。

【0017】次に第2の実施例を図5を用いて説明する。これは、光電顕微鏡の原理を用いた焦点位置検出装置である。送光スリット27と受光スリット32は、ほぼ等しい幅を有し、CCD35にかえてフォトダイオードなどのセンサ40となる。また、新たに振動ミラー41が追加され、受光スリット32上でビームを振動させる他は、前記第1の実施例と基本的に同じである。

【0018】この場合もレンズ系28、29及び30、31は入射瞳及び射出瞳が基準波長を含む使用波長のうち基準波長と最も異なる波長で、像面と光軸の交点から光軸方向に絶対値が5000mm以上離れた位置にある両側テレセントリック光学系である。倍率色収差が大き

いと検出誤差となるのは、第1の実施例と同様である。

【0019】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、物体面及び像面が共にアオリ角度を持つ場合でも、倍率色収差を小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係るテレセントリック光学系を示す概略構成図

【図2】一実施例に係るテレセントリック光学系についての説明図

【図3】従来のテレセントリック光学系を示す概略構成図

【図4】画像処理型の焦点位置検出装置

【図5】光電顕微鏡型の焦点位置検出装置

【符号の説明】

1, 2, 3…基準波長の主光線

4, 5, 6…基準波長と異なる波長の主光線

7…仮想の物体面

8…仮想の像面

9…アオリ角度を持つ物体面

10…アオリ角度を持つ像面

11, 12…像点

20…射出瞳の瞳面

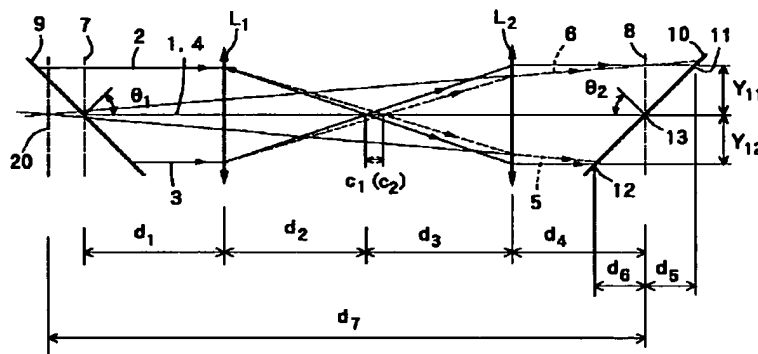
L1…第1の光学系の光学系

L2…第2の光学系

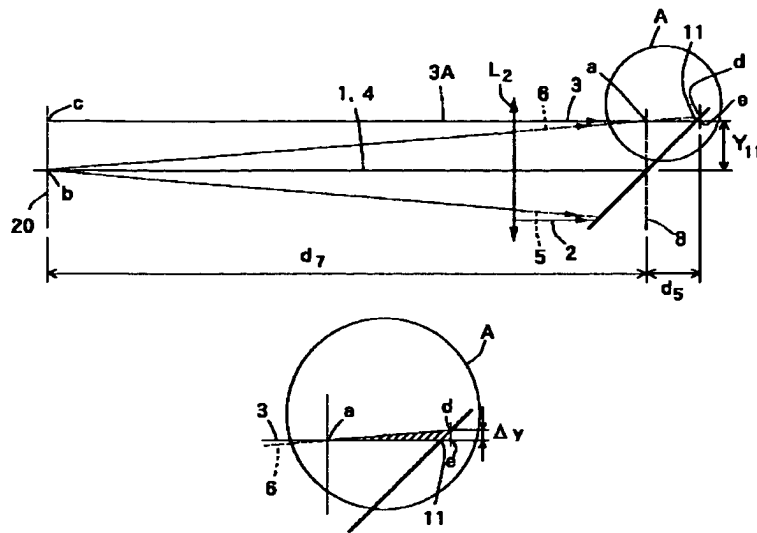
θ_1, θ_2 …アオリ角度

13…像面と光軸の交点

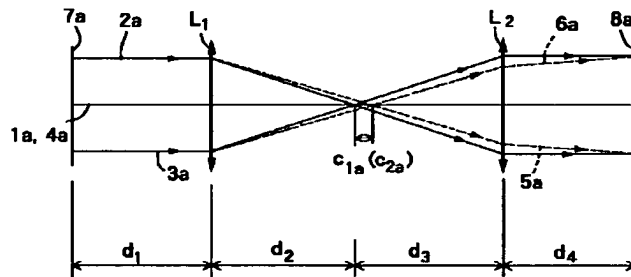
【図1】



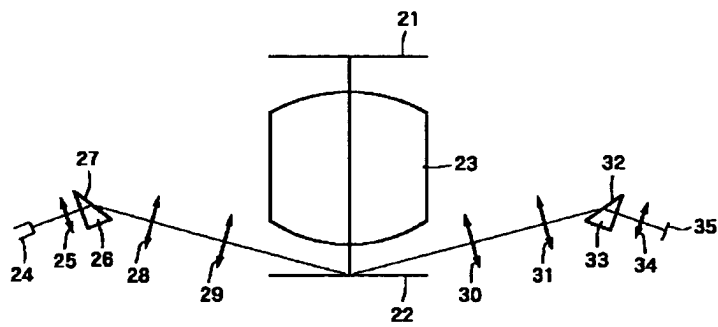
【図2】



【図3】



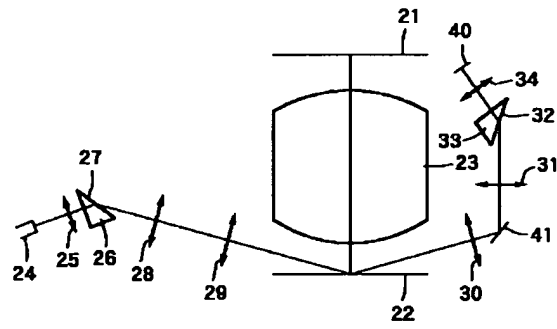
【図4】



(6)

特開平10-142500

【図5】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-142500

(43)Date of publication of application : 29.05.1998

(51)Int.Cl.

G02B 13/22

(21)Application number : 08-312739

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 07.11.1996

(72)Inventor : NISHIMURA HIROSHI

(54) TELECENTRIC OPTICAL SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a telecentric optical system whose magnification color aberration is small even when an object plane and an image plane both have swing angles.

SOLUTION: The telecentric optical system has first and second optical systems L1, L2 and is an optical system in which an object plane 9 having a swing angle θ_1 is arranged at the front side focal position of the optical system L1 and the rear side focal position of the optical system L1 and the front side focal position of the optical system L2 coincide with each other and also an image plane 10 having a swing angle θ_2 is arranged at the rear side focal position of the optical system L2 and an incident pupil and an outgoing pupil are both existing at infinite distant positions in a reference wavelength. In this case, the outgoing pupil (pupil plane 20) is existing at a position whose absolute value is spaced by a distance of not shorter than 5000mm from the crossing 13 of the image plane 10 and an optical axis to the optical system L2 side in the optical axis direction in a wavelength which is most different from the reference wavelength among use wavelengths including the reference wavelength.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] By the optical system which carries out image formation of the body on the body side of finite with a swing-and-tilt include angle to the image surface with a swing-and-tilt include angle In the telecentric optical system which has mostly either [at least] an entrance pupil or an exit pupil in infinite distance on criteria wavelength, on this criteria wavelength and most different wavelength among the operating wavelength in which either [at least] said entrance pupil or an exit pupil contains said criteria wavelength Telecentric optical system characterized by being in the location which the absolute value separated from the intersection of said image surface and optical axis about 5000mm or more in the direction of an optical axis.

[Claim 2] Telecentric optical system according to claim 1 characterized by amending vertical chromatic aberration and the vertical chromatic aberration of magnification in the image formation relation between the body side of imagination without a swing-and-tilt include angle, and the image surface of imagination without a swing-and-tilt include angle.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention is the optical system which carries out image formation of the body on the body side of finite with a swing-and-tilt include angle to the image surface with a swing-and-tilt include angle, and relates to telecentric optical system applicable to the automatic focus optical system of the semi-conductor aligner which has a big swing-and-tilt include angle especially about the telecentric optical system which has either [at least] an entrance pupil or an exit pupil in infinite distance.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, as this kind of telecentric optical system, the thing as shown, for example in drawing 3 is known. This telecentric optical system consists of the 1st optical system L1 and 2nd optical system L2. In this telecentric optical system, it is $d1=d2=f1$ and $d3=d4=f2$. Here, a focal distance [as opposed to the criteria wavelength of the 1st optical system L1 in $f1$] and $f2$ are the focal distances to the criteria wavelength of the 2nd optical system L2. That is, in this telecentric optical system, body side 7a perpendicular to an optical axis is arranged in a before [the 1st optical system L1] side focal location, both the optical system L1 and L2 is arranged, and image surface 8a perpendicular to an optical axis is arranged in the backside [the 2nd optical system L2] focal location so that a backside [this optical system L1] focal location and a before [the 2nd optical system L2] side focal location may agree. therefore, the both-sides tele cent to which this telecentric optical system has [both] an entrance pupil and an exit pupil in infinite distance on criteria wavelength -- it is rucksack optical system.

[0003] When the chief ray of wavelength which is most different from the criteria wavelength among the operating wavelength containing 1a, 2a, 3a, and criteria wavelength in the chief ray of criteria wavelength is set to 4a, 5a, and 6a in this telecentric optical system, If this chromatic-aberration C1a is negated by chromatic-aberration C2a of the length by the 2nd optical system L2 even if there is chromatic-aberration C1a of the length by the 1st optical system L1, chief rays 3a and 6a and chief rays 2a and 5a have an intersection and the almost small chromatic aberration of magnification on image surface 8a respectively.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] When body side 7a of finite consists of above-mentioned conventional telecentric optical system with a swing-and-tilt include angle so that image surface 8a may have a swing-and-tilt include angle, Even if it negates chromatic-aberration C1a of the length by the 1st optical system L1 by chromatic-aberration C2a of the length by the 2nd optical system L2, on criteria wavelength and most different wavelength The exit pupil was in the location of finite by the body side, and on the image surface with a swing-and-tilt include angle, chief rays 3a and 6a and chief rays 2a and 5a did not cross, respectively, but had the problem that the chromatic aberration of magnification will break out. This invention was made paying attention to such a conventional problem, and the technical problem is [both] offering the small telecentric optical system of the chromatic aberration of magnification, even when a body side and the image surface have a swing-and-tilt include angle.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, this invention is the optical system which carries out image formation of the body on the body side of finite with a

swing-and-tilt include angle to the image surface with a swing-and-tilt include angle. In the telecentric optical system which has mostly either [at least] an entrance pupil or an exit pupil in infinite distance on criteria wavelength, on criteria wavelength and most different wavelength among the operating wavelength in which either [at least] an entrance pupil or an exit pupil contains criteria wavelength It is the telecentric optical system characterized by being in the location which the absolute value separated from the intersection of the image surface and an optical axis about 5000mm or more in the direction of an optical axis.

[0006]

[Embodiment of the Invention] Next, the gestalt of operation of this invention is explained based on a drawing. Drawing 1 shows the telecentric optical system concerning one example of this invention. This telecentric optical system consists of the 1st optical system L1 and 2nd optical system L2. In this optical system, it is $d1=d2=f1$ and $d3=d4=f2$. Here, a focal distance [as opposed to the criteria wavelength of the 1st optical system L1 in $f1$] and $f2$ are the focal distances to the criteria wavelength of the 2nd optical system L2. That is, in this telecentric optical system, the body side 9 is arranged in a before [the 1st optical system L1] side focal location, both the optical system L1 and L2 is arranged so that a backside [this optical system L1] focal location and a before [the 2nd optical system L2] side focal location may agree, and the image surface 10 is arranged in the backside [the 2nd optical system L2] focal location. therefore, the both-sides tele cent to which this telecentric optical system has [both] an entrance pupil and an exit pupil in infinite distance on criteria wavelength -- it is rucksack optical system.

[0007] Moreover, in this telecentric optical system, vertical chromatic aberration and the vertical chromatic aberration of magnification are amended about the image formation relation between the body side (body side of imagination without a swing-and-tilt include angle) 7 of imagination perpendicular to the optical axis of both the optical system L1 and L2, and the image surface (image surface of imagination without a swing-and-tilt include angle) 8 of imagination perpendicular to an optical axis. Namely, this telecentric optical system sets the chief ray of the criteria wavelength λ_1 (for example, $\lambda_1=500\text{nm}$) to 1, 2, and 3. And when the chief ray of the criteria wavelength λ_1 and most different wavelength λ_2 (for example, $\lambda_2=700\text{nm}$) is set to 4, 5, and 6 among the operating wavelength (for example, 400-700nm) containing criteria wavelength, It is constituted so that the chromatic aberration C1 of the length by the 1st optical system L1 may be negated by the chromatic aberration C2 of the length by the 2nd optical system L2. By this, chief rays 3 and 6 and chief rays 2 and 5 cross mostly on the image surface 8 of imagination, respectively.

[0008] Moreover, in this telecentric optical system, the body side 9 has the swing-and-tilt include angle θ_1 . Namely, as for the normal of the body side 9, only the include angle θ_1 leans from the optical axis. On the other hand, the image surface 10 has the swing-and-tilt include angle θ_2 . Namely, as for the normal of the image surface 10, only the include angle θ_2 leans from the optical axis. The swing-and-tilt include angles θ_1 and θ_2 have satisfied the theorem of the Shine proof expressed with the following formula.

$\tan\theta_2 = \beta \tan\theta_1$ -- here, β is the scale factor of telecentric optical system. Furthermore, according to this telecentric optical system, that exit pupil carries out image formation to the location separated from the intersection 13 of the image surface 10 and an optical axis about 5000mm to the optical-system L2 side in the direction of an optical axis on the criteria wavelength λ_1 and most different wavelength λ_2 . That is, it is [about] about the distance d_7 from the intersection 13 to an exit pupil. -It is made 5000mm. In addition, the sign 20 shows the pupil surface of an exit pupil.

[0009] Next, in the telecentric optical system which has the above-mentioned configuration, an exit pupil explains the basis constituted so that image formation might be carried out to the location which the absolute value separated from the intersection 13 about 5000mm or more to the optical-system L2 side in the direction of an optical axis on the criteria wavelength λ_1 and most different wavelength λ_2 based on drawing 1 and drawing 2 . It sets to the telecentric optical system shown in drawing 1 . The distance (distance by swing and tilt) d_5 of the direction of an optical axis from the intersection 13 to the image point 11 of the chief ray 3 on the image surface 10 +10mm, If +5mm and the image quantity Y_{12} are

set to -5mm and the chromatic aberration of magnification is set to δy (refer to drawing 2) for -10mm and the image quantity Y_{11} , the distance (distance by swing and tilt) d_6 of the direction of an optical axis from the intersection 13 to the image point 12 of the chief ray 2 on the image surface 10. Permissible chromatic-aberration-of-magnification δy in the image point 11 is about +10 μ m or less, and permissible chromatic-aberration-of-magnification δy in the image point 12 is [about]. -It is 10 μ m or less.

[0010] As shown in drawing 2, the pupil surface 20 of a and an exit pupil, and the intersection of an optical axis for the intersection of the image surface 8 of a chief ray 3 and imagination. Moreover, b, If the intersection of production 3A of a chief ray 3, the production of the chief ray 3 which passes the image point of the chief ray 6 on c and the image surface 10 along d and the image point 11 for the intersection of a pupil surface 20, and a line perpendicular to the optical axis which passes along the image point d is set to e. The triangle abc which makes Points a, b, and c top-most vertices is similar mostly with the triangle ade which makes Points a, d, and e top-most vertices. So, the relation of the following [between the distance d_7 from the intersection 13 to the pupil surface 20 of an exit pupil, the distance d_5 by swing and tilt, the image quantity Y_{11} , and chromatic-aberration-of-magnification δy] is materialized in approximation (refer to drawing 2).

$d_7: d_5 = Y_{11} : \delta y$ -- (1) type of (1) type ** $\delta y = d_5 \times Y_{11} / d_7$ -- (2) A formula is obtained.

[0011] Since it is about +10 μ m or less, permissible chromatic-aberration-of-magnification δy is the above-mentioned (2) formula. $\delta y = d_5 \times Y_{11} / d_7 \leq 10\mu\text{m}$ -- (3) A formula is obtained. (3) If 10 μ m, 10mm, and 5mm are substituted for δy , d_5 , and Y_{11} of a formula, respectively, $d_7 \geq 5000\text{mm}$ will be obtained.

[0012] Thus, since according to the above-mentioned example the exit pupil consists of criteria wavelength λ_1 and most different wavelength λ_2 so that image formation may be carried out to the location separated from the intersection 13 about 5000mm to the optical-system L2 side in the direction of an optical axis, chromatic-aberration-of-magnification δy in the image point 11 is set to about +10 μ m or less, and chromatic-aberration-of-magnification δy in the image point 12 is [about]. -It is set to 10 μ m or less. Therefore, even when both the body side 9 and the image surface 10 have the swing-and-tilt include angles θ_1 and θ_2 , the small telecentric optical system of chromatic-aberration-of-magnification δy is acquired.

[0013] In addition, in the above-mentioned example, an exit pupil is in an optical-system L2 side from an intersection 13, and it is [about] about the distance d_7 from the intersection 13 to the pupil surface 20 of an exit pupil. -Although it is made 5000mm, this invention is not limited to this. For example, an exit pupil should be made just to carry out image formation on wavelength λ_2 in the location left about 5000mm to the opposite side to optical system L2 in the direction of an optical axis from an intersection 13. Namely, what is necessary is just to set distance d_7 to about +5000mm.

[0014] After all, according to the telecentric optical system concerning this invention, an exit pupil should just consist of criteria wavelength λ_1 and most different wavelength λ_2 so that image formation may be carried out to the location which the absolute value separated from the intersection 13 about 5000mm or more in the direction of an optical axis. moreover -- the above-mentioned example -- a both-sides tele cent -- the single-sided tele cent to which this invention has either an entrance pupil and an exit pupil in infinite distance mostly on criteria wavelength although rucksack optical system was explained -- it is applicable also to rucksack optical system.

[0015]

[Example] The example of this invention is explained using drawing 4. This is the focal location metering device of a semi-conductor aligner. The light from the illumination system which is not illustrated carries out image formation of the image of a reticle 21 through the contraction projection lens 23 to a wafer 22. Incidence of the light is carried out from across to a wafer, and the focal location of this wafer is detected from a location gap of the reflected image of light. Here, a slit 27, a wafer 22, and the image surface 32 are filling the relation of swing and tilt, and can measure the field location of a wafer. The light from a fiber 24 illuminates the slit 27 by which patterning was carried out to the front face of prism 26 by the illumination

system 25. Said prism 26 can reduce the swing-and-tilt include angle on a slit 27. The light which came out of the slit 27 passes along lens systems 28 and 29, and image formation of it is carried out and it is reflected in up to a wafer 22. The reflected light passes along lens systems 30 and 31, and they carry out image formation to up to the light-receiving side 32. A swing-and-tilt include angle is reduced with prism 33, and image formation is carried out on CCD35 through a lens system 34. This CCD35 detects a location gap of the image of a slit 27. Lens systems 28 and 29, and 30 and 31 are criteria wavelength and most different wavelength among the operating wavelength in which an entrance pupil and an exit pupil contain criteria wavelength, and they are the image surface and the both-sides telecentric optical system in the location which the absolute value separated from the intersection of an optical axis 5000mm or more in the direction of an optical axis.

[0016] Here, when the chromatic aberration of magnification is in lens systems 28, 29, 30, and 31 using the light source of a broadband and the resist thickness on a wafer 22 changes, wavelength is chosen by multiplex interference and the Mitsushige alignment of a beam moves. For this reason, in this focal location detection equipment which detects the strike slip of a beam, it becomes a detection error.

[0017] Next, the 2nd example is explained using drawing 5. This is focal location detection equipment which used the principle of a photo electric microscope. The light transmission slit 27 and the light-receiving slit 32 have almost equal width of face, change it to CCD35, and serve as the sensors 40, such as a photodiode. Moreover, the oscillating mirror 41 is newly added, and a beam is vibrated on the light-receiving slit 32, and also it is fundamentally [as said 1st example] the same.

[0018] It is the both-sides telecentric optical system as for which lens systems 28 and 29, and 30 and 31 are criteria wavelength and most different wavelength among the operating wavelength in which an entrance pupil and an exit pupil contain criteria wavelength and which is in the location which the absolute value separated from the intersection of the image surface and an optical axis 5000mm or more in the direction of an optical axis also in this case. It is the same as that of the 1st example to become a detection error if the chromatic aberration of magnification is large.

[0019]

[Effect of the Invention] As explained above, even when both a body side and the image surface have a swing-and-tilt include angle according to this invention, the chromatic aberration of magnification can be made small.

[Translation done.]